

## Fine vacuum condensation wood drier

**Patent number:** DE19822355  
**Publication date:** 1999-11-25  
**Inventor:** FLECHER PIERRE (DE)  
**Applicant:** FLECHER PIERRE (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F26B5/04; F26B5/04; (IPC1-7): F26B19/00; F26B3/347;  
F26B5/04  
- **europen:** F26B5/04G  
**Application number:** DE19981022355 19980519  
**Priority number(s):** DE19981022355 19980519

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE19822355

The air in the condenser and in the installation is so far removed by a rotary slider pump driven by gas ballast and constantly revolving that the partial pressure of the non-condensable gas does not exceed 10 Pa. The energy supply is by hot water-heat exchanger and/or by microwave. The condensor, particularly in the case of hot water heating, is thermically insulated from the processing chamber.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**This Page Blank (uspto)**



⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑬ DE 198 22 355 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
**F 26 B 19/00**  
F 26 B 5/04  
F 26 B 3/347

⑭ Anmelder:  
Flécher, Pierre, Dr., 84307 Eggenfelden, DE

⑮ Erfinder:  
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Feinvakuum-Kondensationsholztrockner mit Warmwasser- und Mikrowellenheizung  
⑰ Heißwasser- und/oder Mikrowellen beheizter Vakuum-Holztrockner, der binnen 2 Tagen bis 5 Stunden einen Stapel Holz trocknen kann. D. h. bis zu 30mal schneller als bei konventionellen Vakuumtrocknern und bis 300mal schneller als bei Lufttrocknern. Durch optimale Ausnutzung der physikalischen Grundlagen der Feinvakumtrocknung, sowie dem Einsatz von preiswerten Mikrowelleinspeisungen, wurde die Entwicklung dieser extrem schnellen und wirtschaftlichen Anlage möglich.

# DE 198 22 355 A 1

1

## Beschreibung

Frisch geschnittenes Holz kann bis zu 80% Wasser enthalten, "trockenes" Holz, in Gleichgewicht mit der Außenluft etwa 10%. Um Transportkosten zu sparen, kommt im Handel überwiegend vorgetrocknetes Holz vor, mit einer Restfeuchte von 30 bis 40%, d. h. dem Holz muß immer noch 200 bis 300 kg Wasser pro Kubikmeter entzogen werden.

Es gibt viele Arten der Holztrocknung. Bei Holztrocknern an Normaldruck, dauert der Prozeß bis zu 10 Wochen; dies wird in Kauf genommen für das Trocknen von z. B. ganzen Schiffsladungen, wo der Aufwand für eine andere Art der Trocknung zu hohe Investitionskosten verursachen würde. Bei Vakuumtrocknern, wie sie z.Z. angeboten werden, ist der Aufwand zwar beachtlich, aber die Behandlungsdauer verringert sich auf etwa eine bis zwei Wochen, was für Kleinmengenabnehmern, wie Tischler und Schreiner sich durchaus lohnen kann.

Obwohl das Vakuumtrocknen eine lange Tradition hat, verfahren alle auf dem Markt angebotenen Vakuumholztrockner nach der gleichen physikalisch gesehen, falschen Auslegung: Das hervorragende Potential der gezeigt, daß durch geringfügige Änderungen im Design und Betriebsweise der Anlagen, mit etwa den selben Kostenaufwand, und sogar weniger Energie, wird die Trocknungszeit von Wochen auf Tagen verkürzt.

Und im Falle einer Mikrowellenbeizung, reduziert sich die Trocknungszeit, sogar auf wenige Stunden.

Es ist bekannt, vgl. VDI-Wärmeatlas, daß bei einer Konzentration in dem Dampf von nur wenigen Promille eines nicht kondensierbaren Gases, wie Luft, die Leistung von Kondensoren und Wärmetauscher erheblich nachläßt: die Wärmetransportzahl bei nur 1% Luftanteil, fällt z. B. von 1.500 auf 10 W/mK. Bei konventionellen Vakuumtrocknern, ist der Luftanteil noch viel größer, die Grobvakuumpumpe wird in der Regel sogar nach dem Start ausgeschaltet; es ist daher nicht verwunderlich, daß der Anlagedruck, der normalerweise gleich dem Partialdruck des Kühlwassers entsprechen sollte, etwa 15 hPa, auf 400 bis 700 hPa steigt: der Kondensor trotz Überdimensionierung "ersäuft" regelrecht und bringt kaum noch Leistung. Das gilt natürlich auch für den Warmwasserwärmetauscher, der ebenfalls überdimensioniert werden muß. Viel schlimmer ist es aber für den Wärmetransport in den engen Spalten des Holzstapels: statt die fantastischen Möglichkeiten der Wärmetransportzahl einer optimalen Dampfkondensation zu nutzen, die wie schon gesagt bei etwa 1.500 W/m<sup>2</sup>K liegt, wird das Dampf-Luft-Gemisch mit großem Aufwand, mittels interner Ventilatoren bewegt, die bestenfalls eine Übergangszahl von 10 bis 20 W/m<sup>2</sup>K ergeben.

Ein weiterer Vorteil der Feinvakuumtrocknung liegt in der Tatsache daß die Temperatur des Holzes, durch die Verdampfungskühlung quasi die Temperatur des Kondensors annimmt, d. h. weitgehend Raumtemperatur für das Holz ein besonders schonendes Verfahren, entsprechend der natürlichen Trocknung an der Luft.

Ob Vakuum oder nicht, für das Verdampfen von einem Kilo Wasser, sind mindestens 2.256 kJ oder 0.626 kWh erforderlich. Bei den konventionellen Heizmethoden, Warmwasser oder Elektroheizung, wird die nötige Verdampfungsenergie nur durch Wärmeleitfähigkeit von der Oberfläche zum Kern transportiert. Holz ist aber bekanntlich ein schlechter Wärmeleiter, auch bei feuchtem Holz beträgt die Wärmeleitfähigkeit nur etwa 0.2 W/mK, viel Energie kann nicht übertragen werden. Z.B.: in 5 cm Entfernung bei einem Temperaturgradient von 10 K, beträgt der Leistungsfluß nur 40 W/m<sup>2</sup>. Bei dieser Größe, sind 15 Stunden nötig,

2

um 1 kg Wasser zu verdampfen. Das ist eigentlich, im Falle einer konventionellen Energiezufuhr, die physikalisch bedingte Geschwindigkeitsbegrenzung der Feinvakuumtrocknung. Damit wird auch verständlich, daß die Trocknungszeit kaum von der Größe der Zuladung abhängt.

Ganz anders sieht es bei einer Mikrowellenwärmung aus. Bekanntlich wird bei Mikrowellenstrahlung nicht nur die Oberfläche erhitzt sondern die Wärmezeugung entsteht auch im Inneren des Gutes. Ohne in die Theorie eingehen zu wollen, beträgt die Eindringtiefe des Mikrowellenfeldes, und damit der Wärme, bei der üblicher Frequenz von 2.4 GHz, je nach Feuchtegrad, mehrere Zentimeter bis einige Dezimeter, wobei je feuchter das Holz, desto mehr Energie absorbiert wird, d. h. die schon trockene Stellen an der Oberfläche z. B., nehmen weniger Energie auf, als die noch feuchte in tieferen Bereichen, was eine gleichmäßige Trocknung zusätzlich begünstigt.

Zu klären war noch, ob der Dampf auch noch schnell genug aus dem Holz entweichen kann, ohne das es zu Rissen oder Zerstörung kommt.

In Laborversuchen konnte gezeigt werden, daß 100 mm starke Holzstücke binnen einer halben Stunde, ohne Schaden, vollständig getrocknet werden konnten. Das ist viel schneller, als jemals in einer Industrieanlage realisiert werden kann, da die zu installierende Leistung, für diese extrem kurze Zeit immens wäre. Diese Versuche haben aber bewiesen, daß es kein physikalisches Gesetz gibt, daß die Trocknungsgeschwindigkeit bei einer Mikrowellenbeizung in irgendeiner Weise begrenzen kann, nur ein wirtschaftliches.

Bei Großanlagen wird in aller Regel, aus Kostengründen, die Energie durch Verfeuerung von Holzabfällen erzeugt. Bei kleineren Anlagen, wo der Leistungsbedarf nicht so hoch ist, und die Energiekosten weniger ins Gewicht fallen, wird öfters eine Elektroheizung, mit allen den bekannten Vorteilen einer elektrischen Versorgung, eingesetzt.

Obwohl die Mikrowellenwärmung seit langem bekannt ist, konnte sich jedoch diese Art der Heizung bei Holztrocknern, anstelle einer Elektroheizung, bisher nicht industriell durchsetzen. Zu einem mag es an einer falschen physikalischen Auslegung der Anlagen liegen, zum anderen an den hohen Kosten, die üblicherweise Industrie-Mikrowellenheizungen kennzeichnen. Durch eine geringfügige Modifikation der Mikrowellenröhre die eine direkte Einspeisung in die Kammer, mittels einer neuartigen, preiswerten Vakuumdurchführung ermöglichte, konnten die Kosten einer Mikrowellenbeizung, durch Einsparung von vielem kostspieligen Zubehör, wie Hohlleiterstrecken, Tunern, Richtkopplern, Zirkulatoren, Meßdiode usw. auf etwa einem Zehntel der sonst üblichen reduziert werden. Sie liegen damit in der Größenordnung einer konventionellen Elektroheizung. Auch wenn der Wirkungsgrad einer Mikrowellenbeizung nicht über 70% kommt, sind die Vorteile gegenüber einer Elektroheizung unverkennbar.

Da die Trocknungszeit nur von der eingespeisten Energie abhängt, ist sie direkt proportional von dem Beladungsgrad der Anlage: viel Holz dauert länger, wenig kann in sehr kurzer Zeit, im Stundenbereich, getrocknet werden, ein großer Vorteil um Engpässe in der Verfügbarkeit zu überbrücken.

## ANLAGEN BESCHREIBUNG

Die vorgestellte Anlage ist eine Universal Anlage um die Vorteile der konventionellen und Mikrowellenheizung, kombiniert mit dem Feinvakuumtrocknen zu demonstrieren. Sie ist für Trocknungszeiten von 1 bis 2 Tagen, im Falle einer reinen Warmwasserheizung und von wenigen Stunden im Falle der Mikrowellen Zuschaltung, ausgelegt.

Sie besteht aus einem 4 Meter langen Druckkessel von

600 mm Durchmesser. Die Außenseite ist thermisch isoliert.

Durch die vordere Tür, wird der Holzstapel in die Kammer eingefahren. Im unteren Teil, von dem oberen Teil weitgehend thermisch getrennt, befindet sich der Kondensor.

Der mit Kaltwasser betriebene Kondensor, muß so dimensioniert werden, daß in allen vorkommenden Betriebszuständen, die Wasserdampfverträglichkeit der Vakuumpumpe nicht überschritten wird. Um dem Holzstapel sind z. B. Wärmetauscherrohre angeordnet, die mit Heißwasser betrieben werden. Seitlich befinden sich, in Abstand von einem halben Meter, 8 "Mikrowellenköpfe" mit je 900 W Nennleistung, damit lassen sich 10 Kg Wasser pro Stunde zusätzlich verdampfen. Der Kondensor und damit die Anlage wird ständig durch eine Gasballast- betriebene Drehchieberpumpe, von 40 m<sup>3</sup>/h Saugvermögen, evakuiert.

5

10

15

#### Patentansprüche

1. Feinvakuum-Kondensationsholztrockner mit Warmwasser- und Mikrowellenheizung, dadurch gekennzeichnet, daß der Trocknungsvorgang durch Feuchteentzug mittels einem Kondensor nicht wie üblich im Grobvakuum, bei einem Druck von 400 bis 700 hPa, sondern im Feinvakuum, unterhalb von 30 hPa, stattfindet. 20
2. Feinvakuum-Kondensationsholztrockner mit Warmwasser- und Mikrowellenheizung, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft im Kondensor und in der Anlage durch einer mit Gasballast betriebenen und ständig mitlaufenden Drehchieberpumpe soweit entfernt wird, daß der Partialdruck der nicht kondensierbaren Gase 100 Pa nicht überschreitet. 30
3. Feinvakuum-Kondensationsholztrockner, dadurch gekennzeichnet, daß die Energiezufuhr über Heißwasserwärmetauscher und/oder mittels Mikrowelle stattfindet. 35
4. Feinvakuum-Kondensationsholztrockner, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensor, besonders im Falle einer Warmwasserheizung, thermisch von der Behandlungskammer isoliert ist. 40

25

35

40

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

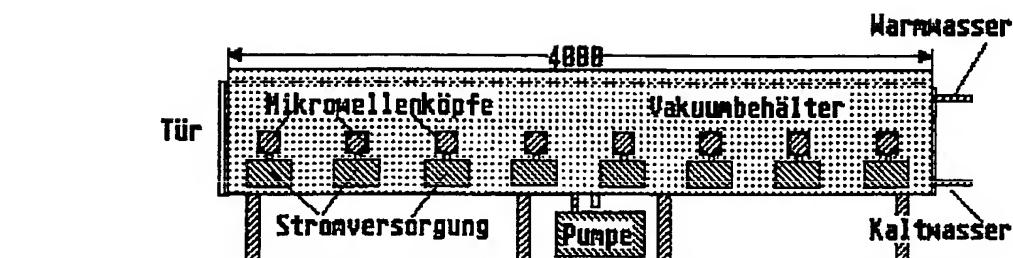
45

50

55

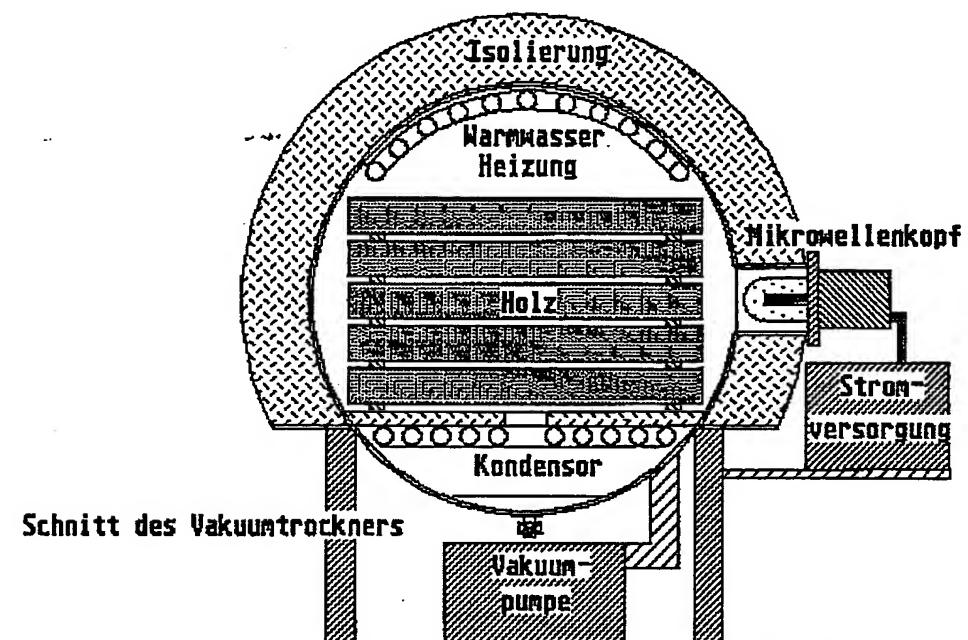
60

65



k

Aufbau des Vakuumtrockners



Schnitt des Vakuumtrockners

Schema des Feinvakuumtrockners